

PERANCANGAN JALUR HIDRAN PADA GUDANG PERSEDIAAN MATERIIL BEKMATPUS LANUD HALIM PERDANAKUSUMA

HENDRIKA YUNIARTO DAN W. T. BHIRAWA

Program Studi S1 Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

Bekmatpus (Pembekalan Materiil Pusat) adalah satuan yang bertugas mendukung logistik TNI AU. Bekmatpus mempunyai tugas membina dan menyelenggarakan fungsi distribusi logistik yang meliputi penerimaan, penyimpanan dan penyaluran materiil dalam rangka mendukung tugas pokok TNI AU. Bangunan – bangunan di Bekmatpus salah satunya terdiri dari beberapa gudang dengan ukuran 25 x 12 meter persegi yang berjumlah 15 gudang, dengan luas wilayah kurang lebih 3 hektar. Hingga saat ini Bekmatpus masih belum mempunyai sistem pemadam kebakaran menggunakan hydrant. Hidran adalah sistem perlindungan api aktif yang disediakan di sebagian wilayah perkotaan, pinggiran kota dan pedesaan yang memiliki pasokan air cukup yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran menggunakan pasokan air tersebut untuk memadamkan kebakaran. Sumber air hidran berasal dari tempat penampungan air tersendiri atau saluran air lainnya yang dialirkan melalui pompa dan didistribusikan menggunakan pipa.

Metode yang dipakai dalam menentukan panjang pipa yang paling optimal adalah Algoritma Floyd Warshall. Metode tersebut merupakan algoritma yang mengambil jarak minimal dari suatu titik ke titik lainnya. Pada algoritma ini menerapkan suatu algoritma dinamis yang menyebabkan akan mengambil jarak lintasan terpendek secara benar. Algoritma Floyd Warshall ini juga bisa diterapkan pada sebuah aplikasi pencari rute jalan yang terdekat dari suatu daerah ke daerah lainnya dengan metode ini hasil yang didapat bisa lebih optimal

Dengan 4 (empat) alternatif pilihan jalur pipa dan dengan 2 (dua) pilihan letak water tank maka, berdasarkan perhitungan ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.

Kata kunci : Hidran, Gudang, Jarak Terpendek

PENDAHULUAN

Dalam sebuah bangunan, sistem keamanan sangatlah penting dalam menjamin setiap pengguna di dalamnya. Sistem keamanan berfungsi memberikan pertolongan sedini mungkin terhadap keadaan bahaya yang dapat terjadi kapan saja. Keadaan bahaya tersebut dapat berupa kebakaran, banjir, gempa bumi, dll. Sistem tersebut harus dirancang sedemikian rupa agar saat terjadi keadaan darurat dapat dipergunakan semestinya

dan dapat memberikan pertolongan semaksimal mungkin. Salah satu dari keadaan bahaya tersebut adalah kebakaran. Kebakaran sering terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, hal ini dikarenakan lingkungan pemukiman penduduk yang rapat dan tidak ditunjang dengan sistem penanggulangan kebakaran yang memadai. Kebakaran dapat terjadi karena adanya api yang timbul di suatu area namun tidak segera ditanggulangi

sehingga membesar dan merambah ke area lain dan terjadilah kebakaran.

Salah satu alat atau sistem untuk memadamkan api adalah hidran. Hidran adalah sistem perlindungan api aktif yang disediakan di sebagian wilayah perkotaan, pinggiran kota dan pedesaan yang memiliki pasokan air cukup yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran menggunakan pasokan air tersebut untuk memadamkan kebakaran. Sumber air hidran berasal dari tempat penampungan air tersendiri atau saluran air lainnya yang dialirkan melalui pompa dan didistribusikan menggunakan pipa.

Bekmatpus (Pembekalan Materiil Pusat) adalah satuan yang bertugas mendukung logistik TNI AU. Bekmatpus mempunyai tugas membina dan menyelenggarakan fungsi distribusi logistik yang meliputi penerimaan, penyimpanan dan penyaluran materiil dalam rangka mendukung tugas pokok TNI AU. Bangunan – bangunan di Bekmatpus salah satunya terdiri dari beberapa gudang dengan ukuran 25 x 12 meter persegi yang berjumlah 15 gudang, dengan luas wilayah kurang lebih 3 hektar.

Berdasarkan uraian singkat mengenai sistem instalasi hidran di atas dan juga mengenai banyak peristiwa kebakaran pada gedung dan bangunan di lingkungan TNI AU maka pada penelitian ini akan merancang dan menentukan letak penempatan hidran pada gudang persediaan materiil Bekmatpus Lanud Halim Perdanakusuma.

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang terdapat pada tugas perancangan sistem hidran pada gudang persediaan materiil Bekmatpus Lanud Halim Perdanakusuma yaitu :

1. Bagaimana tata cara perencanaan sistem hidran pada gudang persediaan materiil Bekmatpus Lanud Halim Perdanakusuma dengan jalur terpendek ?
2. Bagaimana membuat Pembuatan peta lokasi hydrant dan jalurnya?

METODE

Sistem Instalasi Hidran

Hidran adalah alat yang dilengkapi dengan selang dan mulut pancar untuk mengalirkan air bertekanan, yang digunakan bagi keperluan pemadaman kebakaran. Menurut Kepmen PU No.02/KPTS/1985 sistem hidran terdiri dari :

1. Sumber persediaan air.
2. Pompa-pompa kebakaran.
3. Selang kebakaran.
4. Kopling penyambung, dan perlengkapan lainnya.

Sistem instalasi hidran yaitu suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui pipa-pipa dan selang kebakaran. Sistem ini terdiri dari sumber persediaan air, pompa, dan selang kebakaran.

Tipe Sistem *Stand Pipe* Untuk Hidran

Tipe sistem *stand pipe* untuk hidran yaitu :

1. *Automatic-Wet*
Merupakan suatu sistem *stand pipe* basah yang memiliki suplai air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sistem secara otomatis.
2. *Automatic-Dry*
Merupakan suatu sistem *stand pipe* kering, biasanya diisi dengan udara bertekanan dan dirangkaikan dengan suatu alat, seperti *dry pipe valve*, untuk menerima air ke dalam sistem perpipaannya secara otomatis dengan membuka suatu hose value akan dapat menghemat kerja pompa dan pompa akan bekerja secara otomatis pada saat alarm berbunyi, sehingga air akan segera mengalir untuk menanggulangi kebakaran.
3. *Semi Automatic-Dry*
Merupakan sistem *stand pipe* kering yang dirangkaikan dengan suatu alat seperti deluge value, untuk menerima air ke dalam system perpipaannya dengan cara mengaktifkan suatu alat pengontrol jarak jauh yang terletak pada setiap *hose connection*. Suplai air harus mampu memenuhi kebutuhan sistem.
4. *Manual-Wet*
Merupakan suatu system *stand pipe* basah yang memiliki suplai air yang

sedikit, hanya untuk memelihara keberadaan air dalam pipanya, namun tidak memiliki untuk memenuhi seluruh kebutuhan sistem. Suplai air sistem diperoleh dari *fire department pumper*.

5. *Manual-Dry*

Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang tidak memiliki suplai air yang permanen. Air yang diperlukan diperoleh dari suatu *fire department pumper*, untuk kemudian dipompakan ke dalam sistem melalui *fire department connection*.

Kelas Sistem *Stand Pipe*

Kelas sistem *stand pipe* adalah :

1. Kelas I.

Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang harus menyediakan *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk mensuplai airnya, khususnya digunakan oleh petugas pemadam kebakaran dan orang-orang yang terlatih untuk menangani kebakaran berat.

2. Kelas II

Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang harus menyediakan *hose connection* berdiameter 1½ inchi untuk mensuplai airnya, digunakan oleh penghuni gedung atau petugas pemadam kebakaran selama tindakan pertama. Pengecualian dapat dilakukan dengan menggunakan *hose connection* 1 inchi jika kemungkinan bahaya sangat kecil dan telah disetujui oleh instalasi atau pejabat yang berwenang.

3. Kelas III

Merupakan suatu sistem yang harus menyediakan baik *hose connection* berdiameter 1½ inchi untuk digunakan oleh penghuni gedung maupun *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk digunakan oleh petugas pemadam kebakaran ada orang-orang yang telah terlatih untuk kebakaran berat.

Dasar Perundangan Untuk Hidran

Dasar perundangan untuk hidran dijabarkan di bawah ini :

1. Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja. Pasal 3 ayat 1 mengenai syarat-syarat keselamatan kerja, disebutkan bahwa syarat-syarat keselamatan kerja adalah

untuk mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran.

2. Kepmenaker No.Kep 186/MEN/1999 tentang unit penanggulangan di tempat kerja yang menyatakan bahwa untuk menanggulangi kebakaran di tempat kerja, diperlukan adanya peralatan proteksi kebakaran yang memadai, petugas penanggulangan kebakaran yang ditunjuk khusus untuk itu, serta dilaksanakannya prosedur penanggulangan keadaan darurat.
3. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per.04/ MEN/1980 tentang syarat-syarat pemasangan dan pemeliharaan alat pemadam api ringan yang menyatakan bahwa dalam rangka untuk mensiap-siagakan pemberantasan pada mula terjadinya kebakaran, maka setiap alat pemadam api ringan harus memenuhi syarat-syarat keselamatan kerja.
4. SK Menaker R.I No. 158 Tahun 1972 tentang program operasional serentak, singkat padat untuk pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Kebakaran dapat merupakan pangkal bencana yang dapat mempengaruhi stabilitas politik dan ekonomi serta dapat merupakan ancaman dan hambatan terhadap jalannya pembangunan nasional, oleh karena itu perlu diambil langkah-langkah yang efektif, baik secara *preventif* maupun secara *represif* untuk menanggulangi peristiwa kebakaran terutama di perusahaan-perusahaan/ tempat kerja.

Peraturan Tentang Sistem *Fire Hydrant*.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* harus diketahui oleh kontraktor, jadi kontraktor dalam bidang ini penting untuk mengetahuinya sebelum melakukan pemasangan sistem *fire hydrant*. Sehingga sistem *fire hydrant* yang mangacu pada peraturan tentang sistem *fire hydrant* dapat lolos standar yang telah ditetapkan oleh NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia).

Berikut beberapa literatur yang harus diterapkan dan dikeluarkan oleh badan yang bertanggung jawab dalam peraturan tentang sistem *fire hydrant*, seperti NFPA (*National Fire Protection*

Association) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) :

1. NFPA-10, Standar untuk *portable fire extinguisher*.
2. NFPA-13, Standar untuk Instalasi sistem *springkle*.
3. NFPA-14, Standar untuk Instalasi selang dan pipa tegak.
4. NFPA-20, Standar untuk Instalasi pompa *sentrifugal*.
5. SNI 03-1735-2000, tentang tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.

Fire hydrant merupakan sebuah terminal air untuk bantuan darurat ketika terjadi kebakaran hidran ini juga berfungsi untuk mempermudah proses penanggulangan ketika bencana kebakaran sedang terjadi. Sistem *fire hydrant* merupakan sebuah fasilitas yang wajib diimplementasikan bagi bangunan-bangunan publik seperti gedung, hotel, rumah sakit, pasar tradisional, maupun pertokoan bahkan lingkungan komplek perumahan juga harus ada fasilitas hidran. Dalam pemasangan sistem *fire hydrant* pada setiap bangunan ada peraturan tentang sistem *fire hydrant* yang harus diterapkan dan diketahui oleh kontraktor.

NFPA (*National Fire Protection Association*) secara spesifik menetapkan bahwa *fire hydrant* harus diwarnai dengan *chrome red*, *chrome yellow* atau warna lain yang mudah terlihat diantaranya *white*, *bright red*, *chrome silver*, dan *lime yellow*. Disamping hal tersebut aspek paling terpenting adalah warna tersebut harus konsisten terutama dalam satu wilayah tertentu. Khusus wilayah Indonesia umumnya menggunakan warna *bright red* pada fire hidran.

NFPA menyatakan bahwa secara garis besar atau umum ada perbedaan secara fungsi antara *fire hydrant* untuk kebutuhan perkotaan (*municipal system*) dan kebutuhan pribadi (*private system*) termasuk di dalamnya untuk pabrik, sehingga harus ada perbedaan warna dan penandaan lainnya. Secara internasional warna violet (*light purple*) telah dikembangkan sebagai warna untuk *non-*

portable water. Kemudian untuk warna *chrome yellow* telah dikembangkan sebagai warna untuk *municipal system*. Sedangkan untuk *red* dikembangkan warna untuk *private system*.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* dalam pemasangan hidran pilar juga harus mengacu pada NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan pompa hidran yang akan menyedot air dari tandon *reservoir* dan mengalirkan ke jaringan pipa dalam instalasi *fire hydrant* harus memperhatikan jumlah *output* dari hidran pilar atau *hydrant box*.
- b. Jarak yang bagus dalam pemasangan hidran pilar yaitu 35-38 karena panjang *fire hose* (selang pemadam kebakaran) umumnya bisa mencapai 30 meter, dan semprotan dari air bertekanan yang keluar dari nozzle bisa mencapai jarak sampai 5 meter.
- c. Pada bangunan gedung yang memiliki 8 lantai atau lebih diwajibkan menggunakan sistem fire hidran untuk mencegah api merambat pada bangunan gedung lain yang ada di sebelahnya.
- d. Hidran pillar dan hidran box diletakkan pada area yang mudah terlihat, mudah dijangkau tanpa halangan apapun sehingga sewaktu – waktu terjadi kebakaran *fire brigade* (petugas pemadam) akan dengan mudah mengakses tempat tersebut. Biasanya ada di ruang terbuka dekat dengan pintu darurat dan di depan pintu utama bangunan.



Gambar 1. Indoor & Out door Hydrat box

Berikut ini adalah penjelasan mengenai Hydrant Pillar dan Siamese Connection.

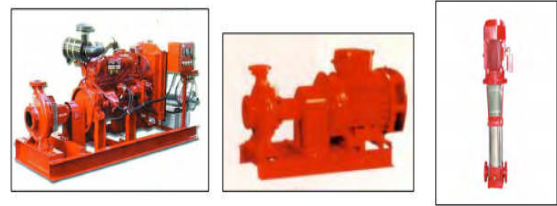
- Hydrant pillar dan siamese connection yang digunakan adalah dari jenis 2 way 2- 1/2". Kopling disesuaikan dengan jenis kopling dinas kebakaran setempat, lengkap dengan tutup dan rantainya.
- Selain ball valve pada outletnya, hydrant pillar juga harus dilengkapi dengan main valve dan fasilitas drainnya.
- Setiap hydrant pillar harus dilengkapi dengan sebuah outdoor hydrant box lengkap dengan fire hose sepanjang 30 meter berdiameter 2-1/2" dan nozzle berdiameter 2-1/2".
- Hydrant pillar, siamese connection dan outdoor hydrant box dipasang di atas pondasi beton dan diberi angkur.



Gambar 2. Hydrant pillar & siamese connection

Sedangkan untuk pompa hydrant dipasang di dalam rumah pompa dan dilengkapi dengan control panel yang memenuhi peraturan. Spesifikasi teknis jockey pump sebagai berikut :

- Type : Horizontal multi stage centri fugal pump. Impeller harus statically and dynamically balanced.
- Kapasitas : 100 USGPM Total Head : 80 meter Efficiency : 70 %
- (minimum) Stage : Single Daya Motor : 42 kw
- (min) Voltage : 380 V / 3 ph / 50 Hz (rating belitan 380/660 V) Putaran : 2900 rpm.



Gambar 3. Pompa Hydrant

Jarak Terpendek dengan Algoritma Floyd Warshall

Algoritma Floyd Warshall adalah matriks hubung graf berarah berlabel, dan keluarannya adalah path terpendek dari semua titik ke semua titik. Dalam usaha untuk mencari path terpendek, algoritma Floyd Warshall memulai iterasi dari titik awalnya kemudian memperpanjang path dengan mengevaluasi titik demi titik hingga mencapai tujuan dengan jumlah bobot yang seminimum mungkin (Siang Jong Jek, 2009). Algoritma Floyd Warshall adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, metode untuk memecahkan masalah pencarian rute terpendek (sama seperti Algoritma Floyd Warshall). Metode ini melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Maksudnya solusi-solusi dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu.

Algoritma Floyd Warshall merupakan algoritma yang mengambil jarak minimal dari suatu titik ke titik lainnya. Pada algoritma ini menerapkan suatu algoritma dinamis yang menyebabkan akan mengambil jarak lintasan terpendek secara benar. Algoritma Floyd Warshall ini juga bisa diterapkan pada sebuah aplikasi pencari rute jalan yang terdekat dari suatu daerah ke daerah lainnya dengan metode ini hasil yang didapat bisa lebih optimal namun memerlukan resource yang cukup besar jika dipakai untuk mencari kompleks. Algoritma Floyd Warshall memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E), yang berupa daftar titik (node/vertex V) dan daftar sisi (edge E). Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah bobot jalur

tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak diperbolehkan bagi graf ini untuk memiliki siklus dengan bobot negatif.

Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik. Algoritma Floyd Warshall ditemukan oleh Warshall untuk mencari path terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasikannya. Algoritma Floyd Warshall adalah matriks hubung graf berarah berlabel, dan keluarannya adalah path terpendek dari semua titik ke semua titik. Dalam usaha mencari jalur terpendek, algoritma Warshall memulai iterasi dari titik awalnya kemudian memperpanjang path dengan mengevaluasi titik demi titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang seminimum mungkin. (Siang Jong Jek, 2009)

Algoritma Floyd -Warshall membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya perkiraan pengambilan keputusan (pemilihan jalur terpendek) pada setiap tahap antara dua simpul, hingga perkiraan tersebut diketahui sebagai nilai optimal. Misalkan terdapat suatu graf G dengan simpul-simpul V yang masing-masing bernomor 1 s.d N (sebanyak N buah). Misalkan pula terdapat suatu fungsi $\text{shortestpath}(i,j,k)$ yang mengembalikan kemungkinan jalur terpendek dari i ke j dengan hanya memanfaatkan simpul 1 s.d K sebagai titik perantara. Tujuan akhir dari penggunaan fungsi ini adalah untuk mencari jalur terpendek dari setiap simpul i ke simpul j dengan perantara simpul 1 s.d $k+1$.

Misalkan terdapat suatu graf G dengan simpul-simpul V yang masing-masing bernomor 1 s.d. N (sebanyak N buah). Misalkan pula terdapat suatu fungsi $\text{shortestPath}(i, j, k)$ yang mengembalikan kemungkinan jalur terpendek dari i ke j dengan hanya memanfaatkan simpul 1 s.d. k sebagai titik perantara.

Tujuan akhir penggunaan fungsi ini adalah untuk mencari jalur terpendek dari

setiap simpul i ke simpul j dengan perantara simpul 1 s.d. $k+1$.

Ada dua kemungkinan yang terjadi:

1. Jalur terpendek yang sebenarnya hanya berasal dari simpul-simpul yang berada antara 1 hingga k .
2. Ada sebagian jalur yang berasal dari simpul-simpul i s.d. $k+1$, dan juga dari $k+1$ hingga j

Perlu diketahui bahwa jalur terpendek dari i ke j yang hanya melewati simpul 1 s.d. k telah didefinisikan pada fungsi $\text{shortest Path}(i, j, k)$ dan telah jelas bahwa jika ada solusi dari i s.d. $k+1$ hingga j , maka panjang dari solusi tadi adalah jumlah (konkatenasi) dari jalur terpendek dari i s.d. $k+1$ (yang melewati simpul-simpul 1 s.d. k), dan jalur terpendek dari $k+1$ s.d. j (juga menggunakan simpul-simpul dari 1 s.d. k). Maka dari itu, rumus untuk fungsi $\text{shortestPath}(i, j, k)$ bisa ditulis sebagai suatu notasi rekursif sbb.:

$$\text{Basis } f_1(s) = cx_1s \text{ Rekurens } f_k(s) = \min x_k \{cx_ks + f_{k-1}(x_k)\}, k = 2, 3, 4$$

Rumus ini adalah inti dari algoritma Floyd-Warshall. Algoritma ini bekerja dengan menghitung $\text{shortestPath}(i,j,1)$ untuk semua pasangan (i,j) , kemudian hasil tersebut akan digunakan untuk menghitung $\text{shortestPath}(i,j,2)$ untuk semua pasangan (i,j) , dst. Proses ini akan terus berlangsung hingga $k = n$ dan kita telah menemukan jalur terpendek untuk semua pasangan (i,j) menggunakan simpul-simpul perantara.

Algoritma Floyd-Warshall memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E) , yang berupa daftar titik (node/vertex V) dan daftar sisi (edge E). Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah bobot jalur tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak diperbolehkan bagi graf ini untuk memiliki siklus dengan bobot negatif. Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik.

Rumus Perhitungan Pompa

a. Pompa Tunggal

1. Head (H)

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} \quad (\text{m})$$

Keterangan:

P_d : Tekanan buang (N/m^2)

P_s : Tekanan buang (N/m^2)

γ : berat jenis air = $\rho_{\text{water}} \cdot g$ (N)

2. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \quad (\text{m}^3 / \text{s})$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mmHg)

3. Putaran (n)

Satuan : rpm

4. Torsi (T)

$$T = F \cdot L$$

Keterangan:

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

5. Daya (W)

Daya Poros (W_1) :

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

Daya Air (W_2) :

$$W_2 = (P_d - P_s) \cdot Q \quad (\text{Watt})$$

6. Efisiensi (η)

b. Pompa Seri

$$1. \text{ Head } \eta = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

$$H_1 = \frac{P_{d1} - P_{s1}}{\gamma}$$

$$H_2 = \frac{P_{d2} - P_{s2}}{\gamma}$$

$$H_{\text{Total}} = H_1 + H_2 \quad (\text{m})$$

2. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \quad (\text{m}^3 / \text{s})$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mm).

3. Torsi (T)

$$T_1 = F_1 \cdot L \quad (\text{N.m})$$

$$T_2 = F_2 \cdot L \quad (\text{N.m})$$

$$T_{\text{Total}} = T_1 + T_2$$

Keterangan:

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

4. Daya (W)

• Daya Poros (W_1) :

$$W_{1,1} = F_1 \cdot \frac{n_1}{k} \quad (\text{Watt})$$

$$W_{1,2} = F_2 \cdot \frac{n_2}{k} \quad (\text{Watt})$$

$$W_{1,\text{Total}} = W_{1,1} + W_{1,2} \quad (\text{Watt})$$

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

• Daya Air (W_2) :

$$W_{2,1} = (P_{d1} - P_{s1}) \cdot Q \quad (\text{Watt})$$

$$W_{2,2} = (P_{d2} - P_{s2}) \cdot Q \quad (\text{Watt})$$

$$W_{2,\text{Total}} = W_{2,1} + W_{2,2} \quad (\text{Watt})$$

5. Efisiensi (η) :

$$\eta = \frac{W_{2,\text{Total}}}{W_{1,\text{Total}}} \times 100\%$$

c. Pompa Paralel

1. Head

$$H_1 = \frac{P_{d1} - P_{s1}}{\gamma} \quad (\text{m})$$

$$H_2 = \frac{P_{d2} - P_{s2}}{\gamma} \quad (\text{m})$$

$$H_{\text{Total}} = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (\text{m})$$

2. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \quad (\text{m}^3 / \text{s})$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mm).

3. Torsi (T)

$$T_1 = F_1 \cdot L \quad (\text{N.m})$$

$$T_2 = F_2 \cdot L \quad (N.m)$$

$$T_{Total} = T_1 + T_2$$

Keterangan:

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

4. Daya (W)

- Daya Poros (W_1) :

$$W_{1,1} = F_1 \cdot \frac{n_1}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,2} = F_2 \cdot \frac{n_2}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,Total} = W_{1,1} + W_{1,2} \quad (Watt)$$

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

- Daya Air (W_2) :

$$W_{2,1} = (Pd_1 - Ps_1) \cdot \frac{Q}{2} \quad (Watt)$$

$$W_{2,2} = (Pd_2 - Ps_2) \cdot \frac{Q}{2} \quad (Watt)$$

$$W_{2,Total} = W_{2,1} + W_{2,2} \quad (Watt)$$

5. Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{W_{2,Total}}{W_{1,Total}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Hydrant

Pemasangan Hydrant Pillar yang Tepat akan menjamin fire hydrant bekerja dengan baik. Ada dua jenis hydrant pillar yang ada, pertama adalah hydrant pillar one way. Yaitu hydrant pillar yang hanya mempunyai satu lubang katup pengeluaran air yang bisa digunakan saat terjadi kebakaran. Sementara jenis lainnya adalah hydrant pillar two ways, hydrant pillar ini menggunakan 2 katup utama yang bisa dimanfaatkan untuk sambungan selang saat terjadi kebakaran. Bahan pembuat hydrant pillar umumnya adalah stainless steel dan besi. Sehingga perangkat ini bisa bertahan hingga waktu yang lama. Namun inspeksi harus rutin dilakukan untuk memastikan bahwa

jaringan instalasi fire hydrant dan perangkat yang terhubung dalam system pemipaan dapat bekerja dengan baik untuk memadamkan api.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* dalam pemasangan hidran pilar juga harus mengacu pada NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah sebagai berikut:

1. Penentuan pompa hidran yang akan menyedot air dari tandon *reservoir* dan mengalirkan ke jaringan pipa dalam instalasi *fire hydrant* harus memperhatikan jumlah *output* dari hidran pilar atau *hydrant box*.
2. Jarak yang bagus dalam pemasangan hidran pilar yaitu 35-38 karena panjang *fire hose* (selang pemadam kebakaran) umumnya bisa mencapai 30 meter, dan semprotan dari air bertekanan yang keluar dari nozzle bisa mencapai jarak sampai 5 meter.
3. Pada bangunan gedung yang memiliki 8 lantai atau lebih diwajibkan menggunakan sistem fire hidran untuk mencegah api merambat pada bangunan gedung lain yang ada di sebelahnya.
4. Hidran pillar dan hidran box diletakkan pada area yang mudah terlihat, mudah dijangkau tanpa halangan apapun sehingga sewaktu – waktu terjadi kebakaran *fire brigade* (petugas pemadam) akan dengan mudah mengakses tempat tersebut. Biasanya ada di ruang terbuka dekat dengan pintu darurat dan di depan pintu utama bangunan.

Perancangan letak hydrant

Pada gambar gudang Bekmatpus sebelumnya, penulis melakukan 2 (2) usulan perancangan, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Usulan pertama

Membangun rumah pompa dan water tank di depan pos jaga, disamping kiri markas.

- b. Usulan kedua

Membangun rumah pompa dan water tank di sebelah kan gudang sambungan.

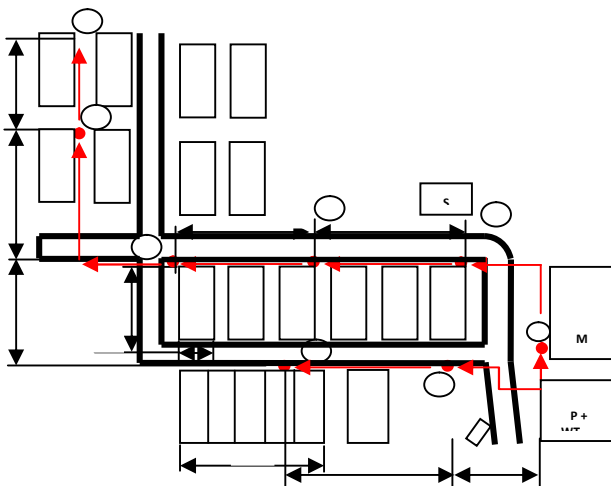
Dari kedua usulan perancangan tersebut maka direncanakan panjang pipa yang dibutuhkan serta jumlah perlengkapan

seperti sambungan, valve dan water mur dan beberapa perlengkapan lain pendukung. Penempatan hydrant pillar direncanakan dengan jarak antara 30-40m , setiap box hydrant telah dilengkapi dengan selang dengan diameter 2,5 inch sudah sesuai dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/ KPTS/ 1985 tentang ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Pada Bangunan Gedung pada pasal 20 tentang persyaratan teknis dan pemasangan hydrant kebakaran. Semua peralatan hydrant dicat dengan warna merah sesuai dengan Persyaratan teknis hidrant kebakaran dari Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/ KPTS/ 1985 pasal 20. Pada hydrant halaman terdapat sambungan kembar (seamese connection) yang dihubungkan pada mobil pemadam kebakaran apabila air tandon tidak mencukupi kebutuhan. Hal tersebut sesuai dengan buku Training Material K3 yang dikeluarkan oleh Depnaker.

Usulan layout hydrant 1.

Dengan menggunakan metode Floyd Warshall ditentukan 2 (dua) jarak terpendek berdasarkan peletakan hydrant sebagai berikut :

- Peletakan Hydrant usulan 1a :



Gambar 4. Peletakan Hydrant Usulan 1a

Dari gambar 4 digambarkan mengenai pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1 , ke hydrant 4,

diteruskan ke hydrant 5, dan dilanjutkan ke hydrant 6 , kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Sedangkan untuk hydrant 2 dan hydrant 3 langsung dari Water Tank.

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1. Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

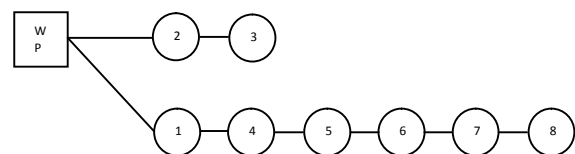
| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 15 | 35 | 70 | 130 | 102 | 132 | 177 | 212 |
| 1 | 15 | 0 | 35 | 72 | 32 | 67 | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 35 | 35 | 0 | 35 | 130 | 95 | 92 | 162 | 192 |
| 3 | 70 | 72 | 35 | 0 | 77 | 35 | 50 | 115 | 145 |
| 4 | 130 | 32 | 130 | 77 | 0 | 35 | 65 | 125 | 155 |
| 5 | 102 | 67 | 95 | 35 | 35 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 132 | 75 | 92 | 65 | 65 | 30 | 0 | 40 | 70 |
| 7 | 177 | 115 | 162 | 125 | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 212 | 145 | 192 | 155 | 155 | 120 | 70 | 30 | 0 |

Pada gambar 5 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 2,3 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomr ,1,4,5,6,7 dan 8

Tabel 2. Perhitungan jarak dari water tank ke hydrant

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 15 | 35 | 70 | 130 | 102 | 132 | 177 | 212 |
| 1 | 15 | 0 | 35 | 72 | 32 | 67 | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 15 | 15 | 0 | 35 | - | - | - | - | - |
| 3 | 70 | 72 | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 4 | 130 | 32 | - | - | 0 | 35 | 65 | 125 | 155 |
| 5 | 102 | 67 | - | - | 35 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 132 | 75 | - | - | 65 | 30 | 0 | 40 | 70 |
| 7 | 177 | 115 | - | - | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 212 | 145 | - | - | 155 | 120 | 70 | 30 | 0 |

Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 1a maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 1 a sebagai berikut :



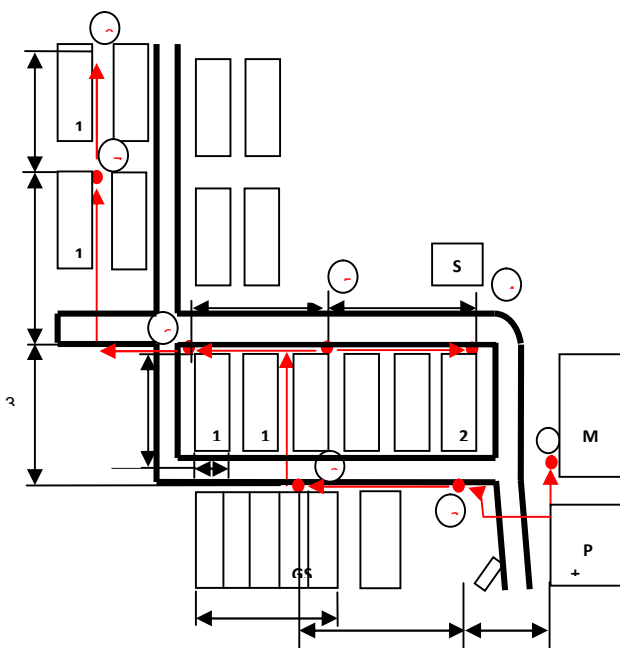
Gambar 5. Diagram Hydrant Usulan 1a

- Dari Rumah pompa ke hydrant 2 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 1 sepanjang 15 m
- Dari hydrant 1 ke hydrant 4 sepanjang 35 m

- e. Dari hydrant 4 ke hydrant 5 sepanjang 35 m
- f. Dari hydrant 5 ke hydrant 6 sepanjang 65 m
- g. Dari hydrant 6 ke hydrant 7 sepanjang 40 m
- h. Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30

Dari diagram pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1, ke hydrant 4, diteruskan ke hydrant 5, dan dilanjutkan ke hydrant 6, kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Sedangkan untuk hydrant 2 dan hydrant 3 langsung dari Water Tank. Total dibutuhkan pipa 2,5 " sepanjang 325 m.

b. Peletakkan Hydrant usulan 1b :



Gambar 6. Peletakan Hydrant Usulan 1b

Dari gambar 6 digambarkan mengenai pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1, kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 2, diteruskan ke hydrant 3, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 5 dan hydrant 4, sedangkan satu cabang lain ke hydrant 6, kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8.

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 3:

Tabel 3 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

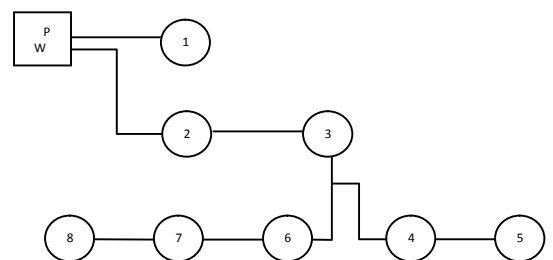
| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 20 | 30 | 67 | 140 | 105 | 147 | 210 | 247 |
| 1 | 20 | 0 | 35 | 72 | 32 | 67 | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 30 | 35 | 0 | 37 | 130 | 95 | 92 | 162 | 192 |
| 3 | 67 | 72 | 37 | 0 | 77 | 70 | 50 | 115 | 145 |
| 4 | 140 | 32 | 130 | 77 | 0 | 37 | 65 | 125 | 155 |
| 5 | 105 | 67 | 95 | 70 | 37 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 147 | 75 | 92 | 65 | 65 | 30 | 0 | 40 | 70 |
| 7 | 210 | 115 | 162 | 125 | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 247 | 145 | 192 | 155 | 155 | 120 | 70 | 30 | 0 |

Pada gambar 7 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 1 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomor 2,3,4,5,6,7 dan 8

Tabel 4. Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 20 | 30 | 67 | 140 | 105 | 147 | 210 | 247 |
| 1 | 20 | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 30 | - | 0 | 37 | 130 | 95 | 92 | 162 | 192 |
| 3 | 67 | - | 37 | 0 | 77 | 70 | 50 | 115 | 145 |
| 4 | 140 | - | 130 | 77 | 0 | 37 | 65 | 125 | 155 |
| 5 | 105 | - | 95 | 70 | 37 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 147 | - | 92 | 65 | 65 | 30 | 0 | 40 | 70 |
| 7 | 210 | - | 162 | 125 | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 247 | - | 192 | 155 | 155 | 120 | 70 | 30 | 0 |

Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 1b maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 1b sebagai berikut :



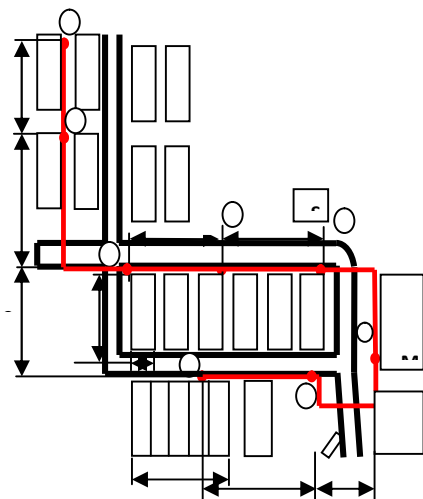
Gambar 7 Diagram Hydrant Usulan 1b

- a. Dari Rumah pompa ke hydrant 1 sepanjang 20 m
- b. Dari Rumah pompa ke hydrant 2 sepanjang 30 m
- c. Dari hydrant 2 ke hydrant 3 sepanjang 37 m
- d. Dari hydrant 3 ke hydrant 5 sepanjang 70 m
- e. Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 37 m
- f. Dari hydrant 5 ke hydrant 6 sepanjang 30 m

- g. Dari hydrant 6 ke hydrant 7 sepanjang 45 m
- h. Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30

Dari gambar layout hydrant pada gambar 4.3 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1, kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 2, diteruskan ke hydrant 3, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 5 dan hydrant 4, sedangkan satu cabang lain ke hydrant 6, kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Total dibutuhkan pipa 2,5 " sepanjang 299 m

Pada gambar 8 digambarkan peletakan dari hydrant sesuai dengan diagram 7 seperti gambar di bawah ini :



Gambar 8. Peletakan dari Hydrant

Usulan layout hydrant 2.

Dengan menggunakan metode Floyd Warshall ditentukan 2 (dua) jarak terpendek berdasarkan peletakan hydrant sebagai berikut :

- a. Peletakan Hydrant usulan 2 a :

Dari gambar 8 digambarkan mengenai pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank ke hydrant 7 dan 8, kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 6, diteruskan ke hydrant 5, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 4 sedangkan satu cabang lain ke hydrant 3, kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 5:

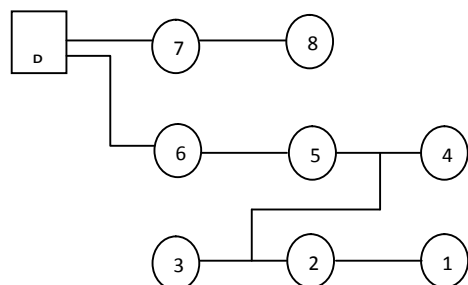
Tabel 5 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 125 | 100 | 120 | 110 | 57 | 30 | 60 | 100 |
| 1 | 125 | 0 | 30 | 72 | 110 | 67 | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 100 | 30 | 0 | 40 | 130 | 95 | 92 | 162 | 192 |
| 3 | 120 | 72 | 40 | 0 | 50 | 70 | 50 | 115 | 145 |
| 4 | 110 | 110 | 130 | 50 | 0 | 35 | 65 | 125 | 155 |
| 5 | 57 | 67 | 95 | 70 | 35 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 30 | 75 | 92 | 65 | 65 | 30 | 0 | 40 | 70 |
| 7 | 60 | 115 | 162 | 115 | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 100 | 145 | 192 | 145 | 155 | 120 | 70 | 30 | 0 |

Pada gambar 8 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 7 dan 8 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomor 2,3,4,5 dan 6.

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|----|-----|----|----|----|-----|
| P-WT | 0 | 125 | 75 | 50 | 92 | 57 | 30 | 70 | 100 |
| 1 | 125 | 0 | 30 | 72 | 110 | 67 | 75 | - | - |
| 2 | 75 | 30 | 0 | 40 | 130 | 95 | 92 | - | - |
| 3 | 50 | 72 | 40 | 0 | 50 | 70 | 50 | - | - |
| 4 | 92 | 110 | 130 | 50 | 0 | 35 | 65 | - | - |
| 5 | 57 | 67 | 95 | 70 | 35 | 0 | 30 | - | - |
| 6 | 30 | 75 | 92 | 65 | 65 | 30 | 0 | - | - |
| 7 | 70 | - | - | - | - | - | - | 0 | 30 |
| 8 | 100 | - | - | - | - | - | - | 30 | 0 |

Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 2a maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 2a sebagai berikut :



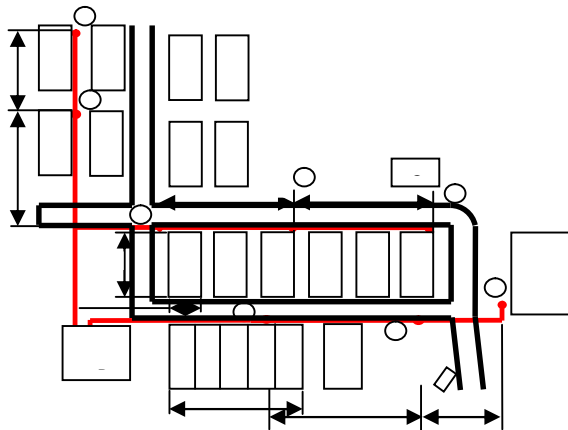
Gambar 9 Diagram Kebutuhan Pipa Hydrant

Berdasarkan diagram kebutuhan pipa maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 6 sepanjang 75 m
- Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m

Dari gambar layout hydrant pada gambar 4.3 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank ke hydrant 7 dan 8 , kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 6, diteruskan ke hydrant 5, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 4 sedangkan satu cabang lain ke hydrant 3, kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1. Total dibutuhkan pipa 2,5 “ sepanjang 385 m.

- Peletakan Hydrant usulan 2 b :



Gambar 10. Peletakan dari hydrant 2b

Berdasarkan pengukuran di lapangan, dilanjutkan dengan penggambaran denah bangunan gudang Bekmatpus, selanjutnya dilakukan perancangan untuk peletakan hydrant, ,maka lay out lay out hydrant usulan 2b adalah sebagai berikut pada gambar 4.10 berikut ini:

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 6 :

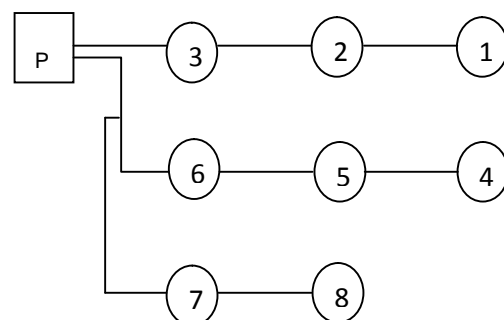
Tabel 6 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 125 | 75 | 50 | 90 | 57 | 30 | 70 | 100 |
| 1 | 125 | 0 | 30 | 70 | 110 | 67 | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 75 | 30 | 0 | 40 | 130 | 95 | 90 | 160 | 190 |
| 3 | 50 | 70 | 40 | 0 | 50 | 70 | 50 | 150 | 150 |
| 4 | 90 | 110 | 130 | 50 | 0 | 35 | 65 | 125 | 200 |
| 5 | 57 | 67 | 95 | 70 | 35 | 0 | 30 | 90 | 120 |
| 6 | 30 | 75 | 90 | 50 | 65 | 30 | 0 | 40 | 90 |
| 7 | 70 | 115 | 160 | 150 | 125 | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 100 | 145 | 190 | 150 | 200 | 120 | 90 | 30 | 0 |

Pada gambar ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 7 dan 8 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomor 6,5,4 dan dari water tank langsung ke hydrant nomor 3,2 dan 1.

| Dari ke | P-WT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|------|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|
| P-WT | 0 | 115 | 90 | 50 | 105 | 70 | 20 | 70 | 100 |
| 1 | 115 | 0 | 30 | 70 | - | - | 75 | 115 | 145 |
| 2 | 90 | 30 | 0 | 40 | - | - | 90 | 160 | 190 |
| 3 | 50 | 70 | 40 | 0 | - | - | - | - | - |
| 4 | 105 | - | - | - | 0 | 35 | 65 | - | - |
| 5 | 70 | - | - | - | 35 | 0 | 30 | - | - |
| 6 | 20 | 75 | 90 | - | 65 | 30 | 0 | 40 | - |
| 7 | 70 | - | 160 | - | - | 90 | 40 | 0 | 30 |
| 8 | 100 | - | 190 | - | - | - | - | 30 | 0 |

Dari gambar layout hydrant pada gambar 10 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 11 di bawah ini, dari letak hydrant tersebut, jalur dari Water tank dan rumah pompa bercabang dua, satu pipa ke hydrant 7 dan hydrant 8, kemudian satunya ke hydrant 6, selanjutnya ke hydrant 5 dan berakhir ke hydrant 4. Kemudian dari Water tank menuju ke hydrant 3 kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1.



Gambar 11 Diagram Kebutuhan Pipa Hydrant

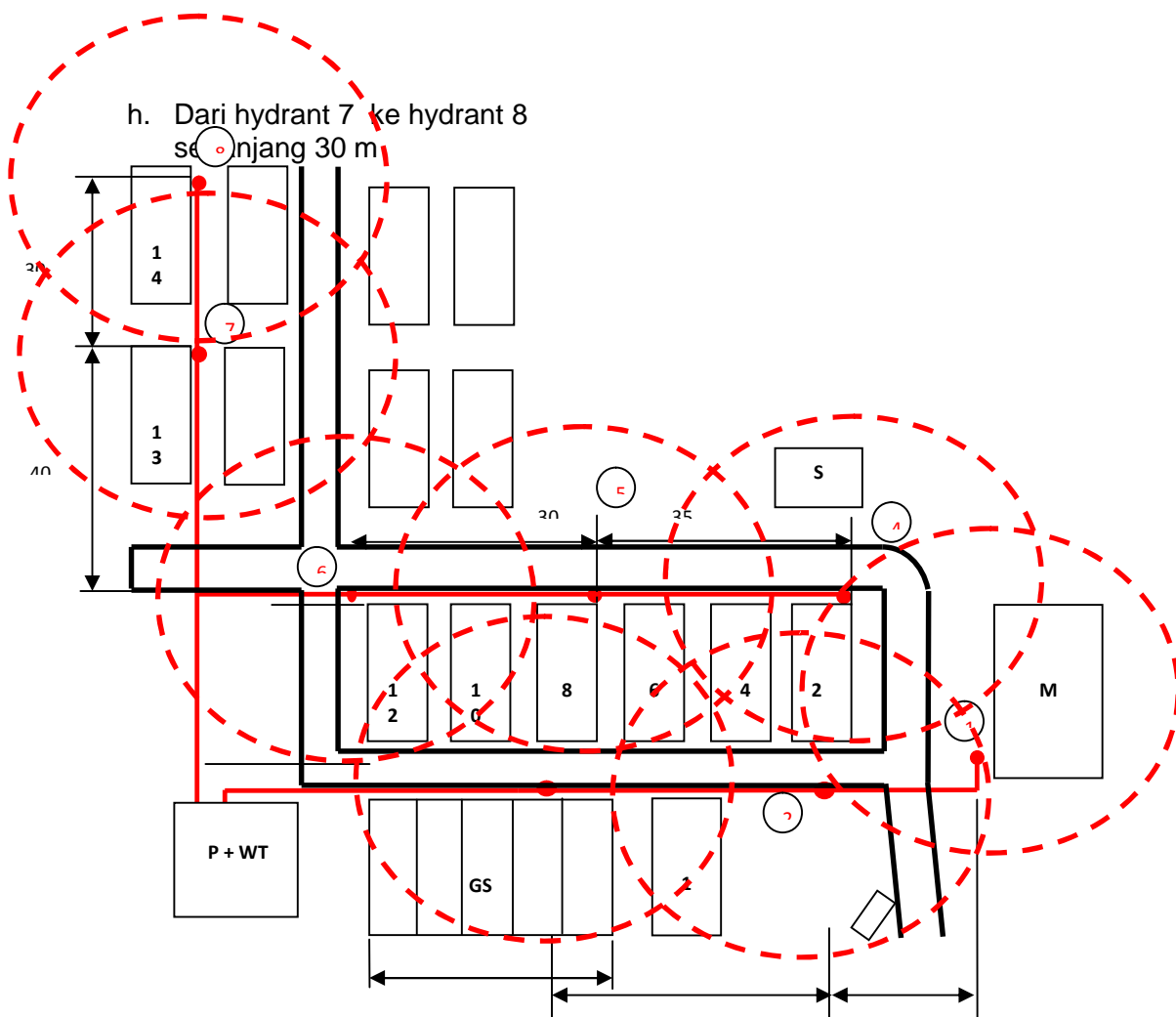
Pada gambar 12 pada lingkaran merah garis putus –putus adalah cakupan dari hydrant dengan radius 35 meter, pada

usulan nomor 2b semua bangunan gudang dapat dijangkau oleh hydrant.

Berdasarkan diagram kebutuhan pipa maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Dari Rumah pompa ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 6 sepanjang 20 m
- Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 30 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m

Dari gambar layout hydrant pada gambar 11 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank Water tank dan rumah pompa bercabang dua, satu pipa ke hydrant 7 dan hydrant 8, kemudian satunya ke hydrant 6, selanjutnya ke hydrant 5 dan berakhir ke hydrant 4. Kemudian dari Water tank menuju ke hydrant 3 kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1. Total dibutuhkan pipa 2,5 " sepanjang 355 m. Pada gambar 12 pada lingkaran merah garis putus –putus adalah cakupan dari hydrant dengan radius 35 meter, pada usulan nomor 1 semua bangunan gudang dapat dijangkau oleh hydrant.



Gambar 12 Lay Out Cakupan Hydrant Usulan 2b

Komponen sistem perpipaan hydrant secara umum terdiri dari :

1. Pipa
2. Fitting (elbow, reducer, tee, flange, dll).
3. Pressure gauge
4. Hydrant
5. Valve

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 dibutuhkan Pillar hydrant sebanyak : 8 buah.



Gambar 13. Hydrant

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 2 dibutuhkan pipa dengan diameter 2,5 " sebanyak :

- a. Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m
 - b. Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m
 - c. Dari Rumah Pompa ke hydrant 6 sepanjang 20 m
 - d. Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 30 m
 - e. Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
 - f. Dari Rumah Pompa ke hydrant 3 sepanjang 50 m
 - g. Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
 - h. Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m
- Total panjang pipa adalah 305 m



Gambar 14. Pipa 2,5 "

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 Fitting (elbow, reducer, tee, flange, dll).

- a. Elbow 2,5 " sebanyak
- b. Reducer sebanyak 16 buah
- c. Tee sebanyak 16 buah
- d. Flange sebanyak 60 buah



Gambar 15 Elbow ,Reducer Tee, sebanyak dan Flange

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 dibutuhkan pressure gauge sebanyak

- a. Hydrant 1 sebanyak 2 buah
- b. Hydrant 2 sebanyak 2 buah
- c. Hydrant 3 sebanyak 2 buah
- d. Hydrant 4 sebanyak 2 buah
- e. Hydrant 5 sebanyak 2 buah
- f. Hydrant 6 sebanyak 2 buah
- g. Hydrant 7 sebanyak 2 buah
- h. Hydrant 8 sebanyak 2 buah

Total untuk pressure gauge sebesar 16 buah



Gambar 16 Pressure gauge

Pada gambar 17 di bawah ini adalah contoh dari peletakan hydrant pada depan gudang yang terpasang terpendam di dalam tanah dan diatas tanah. Pemasangan di dalam tanah (inbow) memiliki keuntungan instalasi terlihat rapi namun susah dalam perawatan, sedangkan instalasi diluar tanah (outbow) terkesan kurang rapi namun memudahkan kita dalam perawatan, saat instalasi mengalami kebocoran dapat segera diketahui dan mudah dalam perbaikan.



Gambar 17 Contoh Pemasangan Hydrant

Perencanaan kebutuhan air

Pada bangunan luar gedung dipasang dengan jumlah 8 buah. Dengan jangkauan antar post hydrant rata 35 m. Selang yang digunakan untuk menyalurkan air post hydrant dengan diameter 2,5 inci. Setiap hidran membutuhkan pasokan air yang berbeda beda dan digunakan dalam waktu 45 menit. Waktu pasokan air yang dibutuhkan 4 jam.

Berikut adalah perhitngan Post Hydrant :

Luas Daerah jangkauan Alat

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 2 R \pi$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 2(7 \times 35)^2$$

$$= 92,239 \text{ m}^2$$

Debit air yang dialirkan tiap pot hidran :

$$1 \text{ pos hidran} = 1 \times 35 \text{ liter/detik} = 35 \text{ liter / detik}$$

Kebutuhan air saat terjadi kebakaran bila hidran terbuka semua adalah :

Kebutuhan air

$$= 8 \times 35 \times 60 \times 45 \text{ menit}$$

$$= 1756000 \text{ m}^3$$

$$= 1756 \text{ liter}$$

Pasokan air untuk 4 jam

$$= 4 \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 14400 \text{ detik}$$

Pasokan air total = $8 \times 35 \times 14400 = 4032000 \text{ liter}$

$$= 4032 \text{ m}^3$$

Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan = 8 hidran x 35 m x 60 l/s = 16.800 l/s. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan 2 buah pompa dengan kapasitas 10000 l / hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dan dibutuhkan penyimpanan Air sebesar 4032 m³ unuk beroperasi selama 4 jam.

Pembahasan

Dari pengamatan dan penelitian yang dilakukan di lokasi Bekmatpus TNI AU, Halim Perdanakusuma. Dengan obyek berupafasilitas gudang sebanyak 14 buah, serta bangunan pendukung. Penulis menggunakan asumsi peletakkan hydrant dengan rumah pompa dan water tank pada dua tempat yang berbeda yaitu pada posisi di dekat Mako Bekmatpus, sedangkan yang lainnya di dekat Gudang Sambung.

Berdasarkan perhitungan dari beberapa alternatif pilihan maka ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan

rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah

- optimum dengan jarak terpendek. Metode ini mampu memberikan analisis yang secara akurat menunjukkan pemilihan optimum pipa yang sesuai untuk digunakan, ditinjau dari segi teknis, melalui perhitungan yang memberikan jumlah pipa yang lebih tepat dan optimal di sepanjang jalur proyek pemasangan pipa hydrant..
- b. Dengan 4 (empat) alternatif pilihan jalur pipa dan dengan 2 (dua) pilihan letak water tank maka, berdasarkan perhitungan ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.
 - c. Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan = $8 \text{ hidran} \times 35 \text{ m} \times 60 \text{ l/s} = 16.800 \text{ l/s}$. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan 2 buah

usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.

KESIMPULAN

Berbagai kesimpulan yang dapat ditarik dari perumusan masalah yang dihadapkan pada penulisan ini antara lain :

- a. Memperhatikan pada pengamatan dengan metod Floyd Warshaal untuk mendapatkan pipa hydrant yang paling pompa dengan kapasitas 10000 l / hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dan dibutuhkan penyimpanan Air sebesar 4032 m³ untuk beroperasi selama 4 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Juwana, J.S. (2005). Panduan Sistem Bangunan Tinggi. Erlangga, Jakarta
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/KPTS/1985.
- NFPA 10 1998, Klasifikasi Bahan Kebakaran
- NFPA 14, *Standard For Water Spray Fixed System For Fire Protection*, 1996 Edition.
- Notoatmojo S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta; 2002.
- Peraturan Menteri Tenaga kerja No. Per 05/Men/2003. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: Depnaker RI, Dirjen Pembinaan hubungan Industrial dan pengawasan Ketenagakerjaan; 2003.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa Presiden Republik Indonesia. Jakarta; 2012.
- Perturan Menteri Tenaga Kerja No. Per 05/Men/1996 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Depnaker RI, Dirjen Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan: Jakarta; 1996.
- Santoso, G. 2004. Ergonomi, Manusia, Peralatan dan Lingkungan. Jakarta. Prestas Pustaka.

- Silalahi, dan Rumondang. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Presindo; 1995.
- Simanjuntak P. Manajemen keselamatan kerja. Jakarta: Himpunan Pembina Sumber Daya Manusia Indonesia (HIPSMI); 1994.
- Suma'mur. Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes. Jakarta: Sagung Seto; 2009.
- Suma'mur .1985. Keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan. Jakarta :Gunung Agung
- Tarwaka. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di tempat kerja. Surakarta: Harapan press; 2008.
- Wignjosoebroto, Sritomo., 2006, "Pengantar Teknik dan Manajemen Industri", Guna Widya, Surabaya